

Aus der Medizinischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Klinikum Steglitz
Direktoren: Professor Dr. med. H. Frh. v. Kress
Professor Dr. med. M. Schwab

VEKTOR- UND ELEKTROKARDIOGRAPHISCHE
NACHUNTERSUCHUNG BEI ALTEM
POSTERO-DIAPHRAGMATISCHEN MYOKARDINFARKT

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehem.

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Kassim Younossi

aus Kabul/Afghanistan

1970

Aus der Medizinischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Klinikum Steglitz

Direktoren: Prof. Dr. med. H. Frh. v. Kress
Prof. Dr. med. M. Schwab

Vektor- und elektrokardiographische Nachuntersuchung
bei altem postero-diaphragmatischen Myokardinfarkt

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

ehem. Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Younossi, Kassim

Kabul / Afghanistan

Ehem. Dekan: Professor Dr.med. Herbert L a x

Referent: Professor Dr.med. max S c h w a b

Korreferent: Professor Dr.med. Horst S c h m u t z l e r



ehem.
Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 24. August 1970

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	
Historische Übersicht	1 - 9
Ziel der Arbeit	9
II. Material	10
III. Methodik	11 - 13
IV. Ergebnisse	
a) Normalfälle	14 - 16
b) Diaphragmatischer Myokardinfarkt	16 - 18
c) Posterolateraler Myokardinfarkt	19 - 20
d) Strikt posteriorer Myokardinfarkt	20 - 21
V. Diskussion	
a) Normalfälle	22 - 23
b) Diaphragmatischer Myokardinfarkt	23 - 26
c) Posterolateraler Myokardinfarkt	27 - 28
d) Strikt posteriorer Myokardinfarkt	29 - 31
VI. Vergleich EKG-VKG	32
VII. Schlußfolgerungen	33 - 34
VIII. Zusammenfassung	35 - 36
IX. Abbildungen	—
X. Literatur	37 - 45
XI. Lebenslauf	—

Vektor- und elektrokardiographische Nachuntersuchung bei altem postero-diaphragmatischen Myokardinfarkt.

Historische Übersicht:

A Elektrokardiogramm:

Seit den Untersuchungen von Herrick (22), Smith (48) und Pardee (38) ist man in der Lage, mit Hilfe des Elektrokardiogramms die Diagnose des Herzinfarktes in objektiver Weise sicherzustellen.

1909 injizierten Eppinger und Rothberger (11) Silbernitrat in das Myokard des linken Ventrikels eines Hundes und registrierten durch Elektroden, die im Anus und Oesophagus lagen, zuerst eine Zunahme der T-Welle und anschliessend einen hohen Abgang der T-Welle von der R-Zacke.

Die ersten vergleichenden klinischen und elektrokardiographischen Beobachtungen nach erfolgtem Koronarverschluss führte Herrick 1917 durch.

1918 ligierte Smith auf Anregung von Herrick den Ramus circumflexus sinister beim Herzen eines Hundes. 5 Minuten nach Beginn des Koronarverschlusses beobachtete er eine T-Welle, die dem absteigenden Ast der R-Zacke entsprang und deren Ausschlag proportional war dem Kaliber des unterbundenen Koronarastes. Er stellte Ähnlichkeiten mit den Untersuchungen von Herrick fest.

1919 bestätigte Herrick (22) die Untersuchungen von Smith (48). Er stellte die Frage, ob der Verschluss einer Koronararterie eine bestimmte Läsion des Myokards oder des Reizleitungssystems und damit ein typisches Bild im Elektrokardiogramm zur Folge habe oder umgekehrt, ob das abnorme Elektrokardiogramm die Lokalisation des Koronarverschlusses ermöglichen.

1920 beobachtete Pardee (38) bei einem Patienten 3 Stunden nach einer Herzattacke konvexe ST-Hebungen in Ableitung II und Ableitung III, wie sie Eppinger und Rothberger (11) sowie Smith (48) künstlich bei Versuchstieren erzeugen konnten. Daraus vermutete er einen Koronarverschluss. Er beschrieb das charakteristische Bild des Infarkts im Elektrokardiogramm: Spitznegative T-Wellen, von ihm koronare T-Wellen genannt, angehobene konvexe ST-Strecken in Ableitung I und III.

1928 stellten Parkinson und Bedford (39) weitere Kriterien zur Erkennung der ST-Streckenänderung bei 28 Infarktpatienten auf.

Kurz nach Auftreten der klinischen Symptome würden ST-Streckenänderungen erfolgen. Anschliessend erschien eine T-Negativierung je nach der Okklusion der betroffenen Koronararterie in Ableitung I oder III, meist mit geringerer T-Umkehr in Ableitung II.

1930 erkannten Barnes und Whitten (2) die Möglichkeit einer genaueren Lokalisation des Infarkts. Sitzt der Verschluss im

Gebiet der linken Koronararterie, so findet sich der Infarkt in der Herzspitze, Vorderwand der linken Kammer und in dem vorderen Abschnitt des Kammerseptums. Dem entspricht im Elektrokardiogramm eine ST-Segmentsänderung in Ableitung I. Ist dagegen ein Ast der rechten Koronararterie verlegt, so sitzt der Infarkt fast immer an der hinteren Wand der linken Kammer und im hinteren Septum. In diesem Falle tritt eine Veränderung des ST-Segments in der Ableitung III auf. Falls Infarkte sukzessive beide Gebiete befallen, so verändert sich das Bild je nach dem zeitlich zuletzt betroffenen Gebiet. Die Autoren fanden in der ersten Woche konvexe oder domartige ST-Hebungen. Danach bildeten sich negative (koronare) T-Wellen heraus. Gleichzeitig nahm die ST-Hebung ab.

1930 berichtete Pardee (38) von Patienten, die bei linkstypischen oder mitteltypischen Elektrokardiogrammen eine Q-Zacke in Ableitung III = 25% der R-Zacke aufwiesen. Bei der Mehrheit dieser Fälle bestand Angina pectoris, Myokardfibrose, rheumatische Herzerkrankung, Perikarditis oder Hypertonie. Bei vielen von diesen Fällen wurde eine Umkehr der T-Wellen in Ableitung II und III gesehen.

1938 entwickelte Nehb (36) sein Ableitungssystem des kleinen Herzdreiecks am Thorax. Er glaubte, dadurch eine Wiedergabe des Hinterwandinfarkts zu erreichen: Frische Hinterwandinfarkte zeichneten sich durch domartige Konfigurationen der ST-T-Strecke aus, die in eine spitznegative, "koronare" T-Welle übergehen. Bei alten Hinterwandinfarkten traten tiefe Q-Zacken und "koronare" T-Wellen auf.

1939 hob Bayley (3) die Bedeutung der Dauer von abnormalen Q-Zacken in Ableitung III bei Koronarerkrankungen hervor. Nach ihm ist die Dauer von $Q_{III} = 0,03''$ nicht typisch für eine Koronarerkrankung, falls Veränderungen im ST-T-Komplex fehlen.

1941 stellte Nyboer (37) fest, dass durch Oesophagusableitungen die Diagnose der abgeheilten Hinterwandinfarkte (deutliche Q-Zacken, negative T-Wellen und kleine R-Zacken) auch dann gestellt werden könnte, wenn die Standardableitungen keine sichere Diagnose zuließen.

1942 entwickelten Wilson und Mitarbeiter (53) die unipolaren Brustwandableitungen, die eine genauere Lokalisation von Myokardinfarkten im anterioren und lateralen Bereich des Herzens ermöglichte.

1945 gab Goldberger (17) genaue Kriterien für die Unterscheidung von normalen und pathologischen Q-Zacken an. Er erkannte den Einfluss der Herzlage auf die Ausprägung der Q-Zacken. Aus den Befunden liess sich schliessen, dass eine Q-Zacke in $aVL = 0,04''$ mit einer Amplitude von 30% oder mehr des QRS-Komplexes und nachfolgendem negativen T als Zeichen eines Vorderwandinfarktes zu werten ist. Dementsprechend wiesen Hinterwandinfarkte in aVF eine Q-Zacke $= 0,04''$, eine Amplitude von 40% oder mehr des QRS-Komplexes mit anschliessender T-Negativität auf.

B Vektorkardiogramm und Elektrokardiogramm bei altem
inferoposterioren Myokardinfarkt:-----

Die an der Hinterwand des linken Ventrikels gelegenen Infarkte werden unterteilt in diaphragmatische, postero-laterale und schliesslich posteriore Infarkte.

Die Terminologie der Infarkttypen entspricht der wirksamen elektrischen Lokalisation des Infarktes (Massie und Walsh (33)), z. B. ein inferoposteriorer Myokardinfarkt liegt nach seinen effektiven elektrischen Kräften am hinteren unteren Teil des linken Ventrikels. Durch den Ausfall des elektrischen, inert gewordenen Muskels überwiegen die Vektoren, die diametral entgegengerichtet sind.

1936 und 1937 entwickelten Schellong (45) und Wilson und Johnston (53) die räumliche Vektorkardiographie. Damit wurde es möglich gemacht, Grösse, Richtung und Drehsinn der elektrischen Kräfte während der Herztätigkeit zu bestimmen. Viele Methoden wurden dann entwickelt, um eine möglichst wirklichkeitsgetreue Wiedergabe der Herzpotentiale durch geeignete Plazierung der Elektroden und Zwischenschaltung von Widerständen zu ermöglichen. Heute übertreffen die sogenannten korrigierten Ableitungssysteme in der Genauigkeit der Richtung und Grösse der Vektoren die früher entwickelten, nicht korrigierten Systeme (equilaterales Tetrahedron von Wilson und Mitarbeitern (53), Würfelsystem nach Grishman und Mitarbeitern (20)).

Trotz Anwendung eines ausgedehnten Ableitungsprogramms lassen sich jedoch durch das Elektrokardiogramm die alten

Hinterwandinfarkte nicht erfassen.

Myers und Mitarbeiter (35) verglichen 110 Hinterwandinfarkte mit den anatomischen Befunden im Hinblick auf die Veränderung in der Goldbergerableitung aVF. Die häufigste Fehldeutung in Ableitung aVF bestand bei einer Verlagerung des Herzens in eine horizontale Lage, wobei in dieser Ableitung kleine R-Zacken auftraten.

Nach Levy und Mitarbeitern (31), Rothfield und Mitarbeitern (44) und Myers und Mitarbeitern (35) sollen überhöhte R-Zacken in Ableitung aVR und (oder) V_1 meistens für das Vorliegen eines Infarktes im posterioren oder postero-lateralen Bereich des Myokards sprechen.

1953 wertete Wolff und Mitarbeiter (54) die Elektrokardiogramme von 86 autopsisch nachgewiesenen Hinterwandinfarkten aus. Da durch frühere vektorkardiographische Untersuchungen die Häufigkeit der hochgelegenen posterioren Infarkte unter den Hinterwandinfarkten mit 8,6% geschätzt wurde, wollte man den diagnostischen Wert des Elektrokardiogramms bei diesen Fällen ermitteln. Bei 39 Patienten wurde der Infarkt während des Lebens nicht diagnostiziert. Folgende Gründe führt der Autor dafür an, dass ein Hinterwandinfarkt im Elektrokardiogramm stumm bleibt:

1. Das gleichzeitige Vorliegen eines akuten Vorderwandinfarktes.
2. Den basisnahen Sitz eines Hinterwandinfarktes.
3. Das Bestehen eines 'Linksschenkelblocks.
4. Das Vorliegen eines kleinen Hinterwandinfarktes.

1959 haben Johnson und Mitarbeiter (27) bei 113 autoptisch kontrollierten Fällen mit Myokardinfarkt nur bei 50% der Patienten in vivo die Diagnose des Myokardinfarktes stellen können.

Portheine (43) hat 1958 auf den Wert der Vektorkardiographie in der Klinik für die Analyse elektrokardiographisch zweifelhafter Befunde (z. B. Abklärung suspekter Q III-Zacken, Erkennung elektrokardiographisch schwer erfassbarer postero-lateraler Infarkte) hingewiesen. Die Unergiebigkeit der Elektrokardiographie bei postero-lateralen Infarkten ist darin begründet, dass auftretende Potentialveränderungen auf die üblichen skalaren Ableitungslinien nicht optimal projiziert werden.

In einer VKG und EKG-Vergleichsstudie bei 167 Fällen mit autoptischen Befunden stellten Wolff und Mitarbeiter (54) die bessere diagnostische Aussagekraft der Vektorkardiogramme, die statistisch begründet war, fest.

Hugenholtz und Mitarbeiter (26) haben 1961 während einer elektrokardiographisch-vektorkardiographischen Untersuchung bei 206 Patienten mit Myokardinfarkt den diagnostischen Wert der Vektorkardiogramme beim Vorliegen verdächtiger elektrokardiographischer Befunde unterstrichen.

Als Ergänzungsmethode erbringt das Vektorkardiogramm zusätzliche Informationen zur Bestätigung des verdächtigen elektrokardiographischen Befundes.

Diederich und Schröder (8) haben unter den 31 Elektrokardiogrammen von Patienten mit pathologisch anatomisch gesicherten alten Hinterwandinfarkten nur bei 6 Fällen den Verdacht oder die Diagnose ausgesprochen.

Es wird besonders beim Vorliegen infarktverdächtiger Zeichen in den üblichen Ableitungen auf die zusätzlichen thorakal-dorsalen Ableitungen (im allgemeinen V_3 2 ICR tiefer, Nehb D) und und rechtsthorakalen Ableitungen hingewiesen.

Gunnar und Mitarbeiter (21) haben 1967 die bessere diagnostische Leistung des Vektorkardiogramms gegenüber dem skalaren Elektrokardiogramm bei 53 autopsisch nachgewiesenen Myokardinfarkten und bei einer Gruppe von Nichtinfarktpatienten festgestellt. 92% der Myokardinfarkte wurden im Vektorkardiogramm diagnostiziert, während die Zahl der falsch positiven Diagnosen bei 18% lag. Das Elektrokardiogramm konnte nur bei 60% der 53 obduzierten Herzen die korrekte Diagnose stellen. Die Höhe der falsch positiven Ergebnisse betrug 31%.

Young und Williams (57) haben 1968 festgestellt, dass unter 100 alten diaphragmatischen Myokardinfarkten nur 40 Fälle die Myers'schen Kriterien (einer Dauer = 0,03" von der Nulllinie bis zum Tiefpunkt der Q-Zacke, ein Q/R-Verhältnis > 25%) oder Goldberger'schen Kriterien (Ableitung aVF eine Breite der Q-Zacke von 0,04" und $\geq 40\%$ des nachfolgenden QRS-Komplexes) erfüllen konnten. 77 von diesen Patienten vermochten mindestens eines seiner VKG-Kriterien zu bestätigen.

Toutouzas und Mitarbeiter (49) haben bei 100 Patienten mit inferoposterioren Myokardinfarkten auf den Wert des Vektorkardiogramms zur Unterstützung des EKG-Befundes hingewiesen. Bei 14 fraglichen Befunden im Elektrokardiogramm konnte die endgültige Diagnose nur durch das Vektorkardiogramm geliefert werden.

Aus der Literatur ist insgesamt festzustellen:

Die Diagnose des alten Myokardinfarktes an der Hinterwand des linken Ventrikels ist mit Schwierigkeiten verbunden. Die Treffsicherheit des Elektrokardiogramms in der Erkennung alter Myokardinfarkte im postero-diaphragmatischen Bereich liegt zwischen 20% und 75% (Katz und Mitarbeiter (28), Johnson und Mitarbeiter (27), Gray (19), Paton (49)).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit vergleichenden vektorelektrokardiographischen Untersuchungen bei 80 Patienten. Insbesondere soll die Frage beantwortet werden, ob das Vektorkardiogramm eine Verbesserung der Diagnostik der posteroinferioren Myokardinfarkte ermöglicht.

Material

Es wurden 40 Patienten mit eindeutig dokumentierten Myokardinfarkten (Klinik, EKG-Ablauf, Fermentveränderung) untersucht. Das Infarktdatum lag 2-3 Jahre zurück.

Ausserdem wurde eine zweite Gruppe von 60 Personen untersucht, bei denen sich anamnestische Hinweise für einen alten Myokardinfarkt fanden. In diese Gruppe wurden 8 Fälle, bei denen zwar keine eindeutige Anamnese, jedoch ein sicher pathologischer Befund im Elektrokardiogramm vorlag, aufgenommen.

Patienten mit klinisch ausgeprägten Emphysemoder mit einer Hypertonie (diastolischer Druck >100 mm Hg) wurden ausgeschlossen. Fälle mit antero-lateralen Myokardinfarkten wurden nicht berücksichtigt.

Als Normalkollektiv diente eine dritte Gruppe von 40 Personen, die in bezug auf Altersverteilung und Geschlechtsverhältnis vergleichbar war.

Methodik

Bei allen Personen wurde ein aus 12 Ableitungen bestehendes Elektrokardiogramm angefertigt. Ausserdem wurden zusätzlich die dorsalen Ableitungen (bestehend aus V_7 , V_8 und V_8 2 ICR tiefer) und das Nehb' sche Dreieck registriert. Zum gleichen Zeitpunkt erfolgte die Registrierung eines Vektorkardiogramms nach dem verbesserten System von Frank (14) mit den Projektionen frontal, horizontal und rechtssagittal.

1. Die registrierten Elektrokardiogramme mussten folgende Kriterien erfüllen:

- a) Diaphragmatischer Myokardinfarkt:

Q-Amplitude $\geq 25\%$ der nachfolgenden R-Zacke in Ableitung III und aVF, Q-Breite $\geq 0,04''$ in den Ableitungen III und aVF (Goldberger (17)). Waren beide Kriterien erfüllt, galt der Befund als positiv. Fand sich nur eine Bedingung erfüllt, wurde das Elektrokardiogramm als fraglich positiv eingestuft. Konnte keines der Kriterien erfüllt werden, wurde das Elektrokardiogramm als negativ befundet.

- b) Postero-Lateraler Myokardinfarkt

Eine R-Zacke in Ableitung V_1 mit einer Breite von $0,04''$ oder mehr und eine R/S-Amplitude ≥ 1 (Massie und Walsh (33)). Der EKG-Befund war positiv, wenn diese Kriterien erfüllt waren. Als diagnostisch galt eine Q-Breite in Ableitung $V_6 = 0,04''$ oder mehr mit einer Amplitude von 15% der nachfolgenden R-Zacke. Dieses Kriterium wird jedoch selten erfüllt.

Bei einem R/S-Verhältnis < 1 und einer Q-Zacke in Nehb D $\geq 0,03''$ war das Elektrokardiogramm fraglich positiv. Fehlten ein R/S-Verhältnis ≥ 1 in Ableitung V_1 und eine Q-Breite $\geq 0,03''$ in Nehb D wurde das Elektrokardiogramm als negativ ausgewertet. Eine Q-Zacke $\geq 0,03''$ in Nehb D und plumpe Q-Zacken in den dorsalen Ableitungen wurden als fraglich positiv angesehen.

c) Strikt posteriorer Myokardinfarkt:

Die Kriterien von Massie und Walsh (33), Hoffmann und Mitarbeitern (23) wurden beachtet. Eine R-Zacke $\geq 0,04''$ und ein R/S-Verhältnis ≥ 1 in Ableitung V_1 oder V_3R wurden als diagnostisch ausgewertet. Eine RSR'-Konfiguration in den gleichen Ableitungen und eine Q-Zacke $\geq 0,03''$ in Nehb D bedeutete ein fraglicher positiver Befund. Konnten die oben genannten Bedingungen nicht erfüllt werden, galt die Diagnose als negativ.

Die beiden Gruppen lassen sich nur durch die gleichzeitig registrierten Vektorkardiogramme voneinander trennen.

2. Im Vektorkardiogramm wurden folgende Parameter ausgetert:

a) Richtung der $0,02''$ -, $0,04''$ - und $0,06''$ - Vektoren in allen Ebenen. In der Frontal-Ebene noch zusätzlich der Winkelgrad des $0,03''$ -Vektors.

b) Drehsinn des Vektorablaufes:

In allen Ebenen erfolgte die Bestimmung des Vektorablaufes. Insbesondere wurden bei diaphragmatischen Myokardinfarkten

die im Uhrzeigersinn gerichteten Initialvektoren analysiert (Hoffmann (23), Massie und Walsh (33), Young und Williams (57) und Scherlis und Grishman (46)). Die Ausdrücke "positiver bzw. negativer Umlaufsinn" sind gleichbedeutend den Begriffen "im oder gegen den Uhrzeigersinn" angewendet worden.

- c) Konfiguration der Vektorschleife, besonders im efferenten und afferenten Teil (Hugenholtz und Mitarbeiter (26), Porthene (43)).
- d) Die Dauer der initial-kranial gerichteten Vektoren und die Grösse der Linksverlagerung dieser Vektoren, d. h. , die Grösse des Momentan-Vektors, der in der Nulllinie liegt (Young und Williams (57)).
- e) In der Horizontal-Ebene wurde das Verhältnis der anterioren zu den posterioren Vektoren (a/p) bestimmt. (Hoffmann und Mitarbeiter (23), Young und Williams (57), Wolff und Mitarbeiter (54)). Ausserdem wurde die Grösse des 0,02"-Vektors ausgewertet.

Schliesslich wurde bei allen Fällen eine statistische Auswertung durchgeführt.

Die Registrierung des Vektorkardiogramms erfolgte mit einem 2-kathodigen Gerät nach Tönnies. Die Unterbrechung des Vektorablaufes erfolgte nach 0,01" bzw. 0,002". Die Richtung ergab sich aus einer automatisch bestehenden Punkt-Strich-Pause-Konfiguration des Vektorablaufes.

ERGEBNISSE

Normalfälle

Frontal-Ebene (s. Abb. 1a, 2a, 3a):

Es fand sich eine breite Streuung des $0,02''$ -Vektors zwischen -97° und 156° bei einem Mittelwert von $30,1^{\circ}$ ($s = 41,7$).

Der $0,03''$ -Vektor streute zwischen -15° und 70° mit einem Mittelwert von 36° ($s = 19,1$).

Der $0,04''$ -Vektor bewegte sich zwischen -32° und 130° mit einem Mittelwert von $42,8^{\circ}$ ($s = 30,3$).

Der $0,06''$ -Vektor verteilte sich auf alle Quadranten. Der errechnete Mittelwert war $25,8^{\circ}$ ($s = 97,2$).

Ausserdem wurden in dieser Ebene die Dauer der superioren Initialvektoren in msec. und die Grösse der Linksverlagerung der oben genannten Vektoren in mV gemessen und miteinander korreliert (s. Abb. 8).

Gleichzeitig wurde der maximale QRS-Vektor angegeben.

17 Fälle wiesen eine Linksverlagerung von 0 - $0,02$ mV mit einer Dauer von $0,02''$ oberhalb der Null-Linie auf. Bei 19 Fällen streute die Grösse der nach links gerichteten Vektoren zwischen $0,04$ mV und $0,12$ mV mit einer Dauer der kranialen Vektoren von $0,004''$ bis $0,022''$.

Zwei Patienten zeigten Extremwerte.

Bei 20 Fällen zeigten die Initialvektoren in der Frontal- und Sagittal-Ebene einen positiven Umlaufsinn. Der efferente Schenkel der Frontal-Ebene bei 7 Patienten hatte einen Verlauf, der entgegen dem Uhrzeigersinn war, während in der Sagittal-Ebene der Drehsinn im Uhrzeigersinn gerichtet war.

8 Patienten wiesen eine Achter-Figur in der Frontal-Ebene auf, d. h. , zunächst verliefen die Initialvektoren im Uhrzeigersinn, um dann im afferenten Schenkel entgegen dem Uhrzeigersinn zum Nullpunkt zurückzukehren. Sie hatten alle in der Sagittal-Ebene einen positiven Umlaufsinn. 2 Vektorschleifen nahmen in der Frontal-Ebene einen im Uhrzeigersinn gerichteten Verlauf, während die Sagittal-Ebene eine Achterfigur aufwies. Ein Fall mit Achterfigur in der Frontal-Ebene hatte zunächst einen negativen Umlaufsinn, um dann in einen positiven Verlauf umzukehren. Bei einem anderen Fall waren Achterfiguren sowohl in der Frontal- als auch in der Sagittal-Ebene vorhanden. Das letzte Vektorbild nahm in der Frontal-Ebene einen im Uhrzeigersinn gerichteten Verlauf ein, während die Sagittal-Ebene nicht zu analysieren war.

Sagittal-Ebene (s. Abb. 1b, 2b, 3b)

Es bestand eine erhebliche Streuung aller Momentanvektoren. Ausgewertet wurden :

der 0,02" - Vektor mit einem Mittelwert von $37,5^{\circ}$ ($s = 39,5$),

der 0,04" - Vektor mit einem Mittelwert von $97,3^{\circ}$ ($s = 62,9$),

der 0,06" - Vektor mit einem Mittelwert von $62,5^{\circ}$ ($s = 133,7$).

Der Drehsinn wurde oben beschrieben.

Horizontal-Ebene (s. Abb. 1c, 2c, 3c)

0,02'' - Vektor: 115° bis -4° mit einem Mittelwert von $59,3^{\circ}$

(s= 62,9)

0,04'' - Vektor: -73° bis -35° mit einem Mittelwert von $-15,9^{\circ}$

(s= 22,7)

0,06'' - Vektor: -14° bis -126° mit einem Mittelwert von $-82,6^{\circ}$

(s= 25,0)

Ausserdem wurde das Verhältnis der nach vorne gerichteten Vektoren zu den nach hinten verlaufenden Vektoren errechnet. Die Werte schwankten zwischen 0,02 und 4,0 mit einem Mittelwert von $A/P = 0,775$. Die Dauer der nach vorne gerichteten Vektoren bewegte sich zwischen 0,02'' und 0,053''. Schliesslich wurde die Grösse des 0,02'' - Vektors gemessen. Der Mittelwert betrug 0,21 mV.

Diaphragmatischer Myokardinfarkt

Die Richtung der 0,02'', 0,04'' und 0,06'' - Vektoren in allen drei Projektionen und in der Frontal-Ebene des 0,03'' - Vektors wurden bestimmt. Ausgewertet wurden zusätzlich der Drehsinn und die Konfiguration der efferenten Vektoren in den drei Ebenen mit besonderer Betonung auf die Frontal-Ebene. In diese Gruppe wurden 40 dokumentierte Myokardinfarkte und 30 Fälle, bei denen aus der Anamnese sich Hinweise für einen Myokardinfarkt fanden, und die im Elektrokardiogramm und Vektorkardiogramm eindeutige Veränderungen zeigten, aufgenommen.

Frontal-Ebene (s. Abb. 1 a)

Die Gegenüberstellung der beiden Infarktkollektive zeigte, dass die Mittelwerte der Streubereiche praktisch identisch waren (s. Abb. 1a). Mit Ausnahme von 7 Fällen waren sämtliche 0,02"-Vektoren nach kranial orientiert. Diese verursachten auch die grosse Streuung: Bei den dokumentierten Infarkten bewegte sie sich zwischen -40° und 29° ($s = 40,6$) und bei den anamnestischen Myokardinfarkten zwischen -141° und 168° ($s = 62,8$).

Bei 4 Patienten mit dokumentiertem Myokardinfarkt konnte die Diagnose eines inferioren Infarktes anhand des Vektorkardiogramms nicht gestellt werden.

Die 3 Fälle mit anamnestischen Hinweisen für einen Myokardinfarkt boten folgende Bilder:

Bei zwei überdrehten Linkstypen verliefen die initialen Kräfte nach caudal mit einer Konvexität nach superior bei Vektor 0,02" - 0,03". Die Initialvektoren waren bei dem dritten Fall in der Frontal- und Horizontal-Ebene nach rechts unten und vorne orientiert, dann erfolgte eine scharfe Umknickung der Vektoren nach links oben und hinten.

Der Umlaufsinn war bei allen, mit Ausnahme von 6 Fällen, im Uhrzeigersinn gerichtet.

Im Vergleich mit dem Normalkollektiv zeigte der Vektor 0,03" im Bereich zwischen -90° und 36° ($s = 31,4$) die geringste Streuung. Ebenfalls war die Streuung des 0,04"-Vektors, besonders bei den anamnestischen Infarkten, zwischen -69° und 43° ($s = 27,0$) gering. Die 0,02"- und 0,06"-Vektoren wiesen eine erhebliche Überlappung mit den Normalwerten auf. Weiterhin wurde die

Dauer der superioren initialen Kräfte mit der Grösse der Linksverlagerung dieser Vektoren in Beziehung gesetzt (s. Abb. 8). Angegeben wurde ausserdem die Richtung des maximalen QRS-Vektors. Es fiel auf, dass der überwiegende Teil der Fälle eine Linksverlagerung zwischen 0,24 mV und 0,9 mV aufwiesen, während die Dauer der kranialen Vektoren zwischen 0,03" und 0,08" schwankte. Bei der Mehrheit der Fälle (30) war der maximale QRS-Vektor $< 20^{\circ}$.

Sagittal-Ebene (s. Abb. 1b)

Der 0,02" - Vektor streute bei den Fällen mit dokumentiertem Myokardinfarkt zwischen -150° und 112° mit einem Mittelwert von $-48,5^{\circ}$ (s= 44,8). Bei den anamnestisch bekannten Infarkten bestand eine grössere Streuung als die obengenannte.

Die Vektoren von 0,04" und 0,06" besaßen wegen der grossen Schwankungen keine Aussagekraft. Der Umlaufsinn war bei den dokumentierten Infarkten in 18 Fällen gegen den Uhrzeigersinn gerichtet, in 17 Fällen in Uhrzeigerrichtung, und bei den restlichen lagen Achterfiguren vor. Bei der Hälfte der Fälle mit anamnestisch bekanntem Infarkt war die Vektorschleife im Uhrzeigersinn gerichtet, dagegen waren 9 Fälle entgegen den Uhrzeigersinn orientiert. Achterfiguren wiesen 6 andere Schleifen auf.

Horizontal-Ebene (s. Abb. 1c)

Die Horizontal-Ebene spielte bei der Betrachtung der rein diaphragmatischen Myokardinfarkte ohne Ausdehnung nach lateral keine Rolle. Alle zeitlichen Vektoren waren gegenüber der Norm kaum verändert.

Postero-Lateraler Myokardinfarkt

7 Fälle mit dokumentiertem Myokardinfarkt und 20 Personen, bei denen anamnestisch ein Infarktgeschehen bekannt war, wurden ausgewertet.

Frontal-Ebene und Sagittal-Ebene (s. Abb. 2a, 2b)

Wegen erheblicher Streuung und wegen Überlappung mit der Normalgruppe erübrigt sich ein Vergleich.

Horizontal-Ebene (s. Abb. 2c)

Dokumentierte Myokardinfarkte:

0,02" - Vektor: 128° bis -74° mit einem Mittelwert von 95°
(s= 16,2)

0,04" - Vektor: 58° bis -4° mit einem Mittelwert von 25°
(s= 29,4)

0,06" - Vektor: -90° bis -15° mit einem Mittelwert von -50°
(s= 48,0)

Anamnestische Myokardinfarkte:

0,02" - Vektor: 163° bis 80° mit einem Mittelwert von 116°
(s= 21,8)

0,04" - Vektor: 78° bis -50° mit einem Mittelwert von 15°
(s= 27,3)

0,06" - Vektor: 17° bis -113° mit einem Mittelwert von -51°
(s= 31,9)

Die geringste Überlagerung mit der Normalgruppe liess der 0,02" - Vektor erkennen. Die Grösse dieses Vektors ergab einen Wert von 0,18 mv.

Der Verlauf der Vektorschleife war ausnahmslos entgegen den Uhrzeigersinn gerichtet, nach anterior und rechts verlagert. Die Frontal- und Sagittal-Ebene zeigten keine typischen Merkmale in der Verlaufsrichtung.

Kontureinbrüche lateral oder dorsal konnten bei 8 der anamnestischen Myokardinfarkte und bei 2 der dokumentierten Myokardinfarkte beobachtet werden.

Die geringe Fallzahl der dokumentierten Myokardinfarkte in dieser Gruppe machte einen statistischen Vergleich unmöglich.

Posteriorer Myokardinfarkt

Es wurden 10 Fälle mit anamnestischem Hinweis auf einen posterioren Myokardinfarkt und 3 Fälle mit dokumentiertem Myokardinfarkt in diese Gruppe aufgenommen. In allen Projektionen war entweder durch eine weite Streuung oder eine erhebliche Überlappung mit dem Normalkollektiv eine Differenzierung von den Normalfällen allein durch die Richtung eines Momentanvektors nicht möglich.

Horizontal-Ebene (s. Abb. 3c)

0,02" - Vektor: 131° bis 10° mit einem Mittelwert von $66,9^{\circ}$
(s = 30,0)

0,04" - Vektor: 61° bis -99° mit einem Mittelwert von $15,8^{\circ}$
(s = 41,0)

0,06" - Vektor zeigte eine grosse Streuung, 175° - 135° mit einem Mittelwert von $-25,8^{\circ}$ (s= 89,7).

Der Mittelwert bei den dokumentierten Infarkten betrug

0,02" - Vektor = 75°

0,04" - Vektor = 24°

0,06" - Vektor = -98°

Sagittal-Ebene (s. Abb. 3b)

0,02" - Vektor: 98° bis -20° mit einem Mittelwert von $31,4^{\circ}$

0,04" - Vektor: 107° bis -80° mit einem Mittelwert von $29,8^{\circ}$

Der 0,06" - Vektor war über alle Quadranten verteilt mit einem Mittelwert von $15,3^{\circ}$.

Frontal-Ebene (s. Abb. 3a)

Eine Auswertung erübrigte sich wegen der Überlagerung mit dem Normalbereich.

Das Verhältnis von anterioren zu posterioren Vektoren wurde gemessen. Die Werte schwankten zwischen 1,3 und 29,0 mit einem Mittelwert von 6,8. Die anteriore Verlagerungsdauer, d. h. die Dauer der nach vorne gerichteten Vektoren lag zwischen 0,038" und 0,08".

Der Drehsinn der QRS-Schleife war meist gegen den Uhrzeigersinn gerichtet. Bei einigen Fällen entstand durch einen verlangsamten Erregungsablauf im terminalen Abschnitt ein nach rechts und hinten gerichteter Appendix. Potentialausfälle im dorsalen Bereich äuserten sich durch Kontureinbrüche in diesem Teil der Schleife.

DISKUSSION

Normalfälle

In der Normalgruppe ergab sich bei den zum Vergleich herangezogenen Vektoren $0,02''$, $0,03''$ und $0,04''$ eine gute Übereinstimmung mit den aus der Literatur bekannten Angaben (Draper und Mitarbeiter (9), Lyon und Belletti (32), Forkner und Mitarbeiter (13), Walsh und Mitarbeiter (51)).

Eine grosse Streuung für den $0,02''$ -Vektor in der Frontal-Ebene wurde ebenfalls zur Bestätigung der angegebenen Werte aus der Literatur festgestellt. Der $0,03''$ - Vektor zeigte die geringste Streuung. Der Durchschnittswert des $0,02''$ - Vektors in der Horizontal-Ebene mit 59° fiel etwas geringer aus im Vergleich zu 81° , berichtet von Draper und Mitarbeitern und 70° , berichtet von Lyon und Belletti. Der Unterschied dürfte in der oft schwierigen Erkennung des $0,02''$ -Vektors und in der unterschiedlichen Fallzahl liegen. Dafür war der Mittelwert für den $0,04''$ - Vektor in der Horizontal-Ebene mit -15° fast identisch mit denjenigen Werten von Draper und Mitarbeitern und Lyon und Belletti (-17°). Die Durchschnittswerte für $0,02''$ - und $0,04''$ -Vektoren in der Sagittal-Ebene stimmten mit den Angaben von Lyon und Belletti relativ gut überein. Es ergaben sich für den $0,02''$ -Vektor ein Wert von $37,5^\circ$ (Lyon und Belletti $30,0^\circ$) und für den $0,04''$ -Vektor ein Wert von $97,3^\circ$ gegenüber $84,0^\circ$ von Lyon und Belletti.

Ausserdem konnte eine Annäherung mit den Durchschnittswerten, wie sie von Walsh und Mitarbeitern angegeben worden sind, erzielt werden. Ein Vergleich mit Bristow (4) ist nicht möglich, da in dieser Arbeit keine zeitlich definierten Vektoren bestimmt wurden.

Zusätzlich wurden quantitative Daten, wie von vielen Autoren (Hoffmann und Mitarbeiter (23), Young und Williams (57), Hugenholtz und Mitarbeiter (26), Abramson (1) ermittelt, in Betracht gezogen. Die Relation zwischen den kranial gerichteten Vektoren auf der Ordinate und deren Linksverlagerung auf der Abszisse sind graphisch dargestellt.

Nach Young und Williams (57), die das System von Duchosal angewendet haben, betrug die Linksverlagerung in der Frontal-Ebene 0,13 mV. In einer neueren Arbeit derselben Autoren, wobei das Frank-System benutzt wurde, betrugen bei der Mehrheit des Normalkollektivs die Linksverlagerung 0,16 mV und die Dauer der superioren Vektoren bis 0,024". Diese Werte wurden voll bestätigt. Ausserhalb dieses Bereiches konnten nur vereinzelte Fälle festgestellt werden, wie sie auch von Young und Williams beschrieben wurden. Der maximale QRS-Vektor war bei 32 Fällen grösser als 30° . 30 Patienten in der Frontal-Ebene zeigten im efferenten Schenkel einen positiven Umlaufsinn, während bei 35 Patienten in der Sagittal-Ebene ein im Uhrzeigersinn gerichteter Verlauf der Vektorschleife vorlag. Alle Patienten zeigten in der Horizontal-Ebene einen entgegen den Uhrzeigersinn gerichteten Drehsinn.

Diaphragmatischer Myokardinfarkt

Potentialausfälle im Bereich der dem Diaphragma aufliegenden Abschnitte des linken Ventrikels werden als diaphragmatischer Myokardinfarkt bezeichnet.

Die qualitative und quantitative Erfassung des diaphragmatischen Myokardinfarkts im Vektorkardiogramm ist von vielen Autoren

eingehend untersucht worden:

Hoffmann und Mitarbeiter (23) werteten bei 76 Fällen die Dauer der kranialen Vektoren und das Ausmass deren Linksverlagerung in der Frontal-Ebene aus. Alle zeigten einen im Uhrzeigersinn gerichteten Ablauf. Bei 66 Fällen zeigten die superioren elektrischen Kräfte eine Dauer von 0,025" oder mehr und bei 63 Fällen betrug die Grösse der Linsverlagerung bis zur Null-Linie 0,3 mV. Nur 4 Fälle erfüllten diese beiden Kriterien nicht.

Die Grösse der superioren Vektoren in der Frontal-Ebene fiel trotz pathologischer Dauer und Linksverlagerung in den Normbereich: kleiner als 0,16 mV. Entscheidend sei deshalb nur die Dauer von 0,025" und die Grösse der Linksverlagerung der Initialvektoren von 0,3 mV.

Wolff und Mitarbeiter (54) benutzten als Kriterium die Richtung und Grösse der initialen Vektoren in der Frontal-Ebene. Der Verlauf müsse im Uhrzeigersinn, die Dauer grösser als 0,0275" sein und die Grösse der Linksverlagerung 0,065 mV, bei einer Grösse der initialen Vektoren von 0,12 mV., betragen. Das Verhältnis der superioren zu den inferioren Vektoren müsse 0,13 mV. übertreffen.

Young und Williams (57) forderten in der Frontal-Ebene einen positiven Umlaufsinn der initialen Vektoren, eine Dauer von 0,02" oder mehr und eine Linksverlagerung grösser als 0,25 mV. Das Vektorkardiogramm sei auch diagnostisch, wenn der Verlauf im Uhrzeigersinn erfolge und der maximale QRS-Vektor kleiner sei

als 10° , unabhängig von Dauer und Linksverlagerung der initialen Vektoren.

Gunnar und Mitarbeiter (21) wählten den $0,03''$ - Vektor bei positivem Umlaufsinn in der Frontal-Ebene. Der maximale QRS-Vektor lag zwischen 270° und 20° .

Walsh und Mitarbeiter (51) errechneten einen Mittelwert von -80° in der Frontal-Ebene für den $0,02''$ -Vektor. Sie konnten bei den Extrem-Werten des oben genannten Vektors eine Überlappung mit der Normalgruppe beobachten.

Hugenholtz und Mitarbeiter (26) stellten fest, dass in den meisten Fällen mit diaphragmatischem Myokardinfarkt entweder der $0,025''$ - Vektor oberhalb der Null-Linie liege, mit einem Mittelwert von -43° oder eine Drehrichtung im Uhrzeigersinn mit maximalem QRS-Vektor zwischen -98° und 20° bestehe.

Die eigenen Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Refunden von Gunnar und Mitarbeitern (21) einerseits und den Untersuchungen von Young und Williams (57) andererseits. Die Abbildung 4 zeigt eine Gegenüberstellung der Richtung des $0,03$ -Vektors, die Dauer der superioren Vektoren, die Linksverlagerung dieser Vektoren in der Null-Linie und die Richtung des maximalen QRS-Vektors in der Frontal-Ebene. Ein positiver Umlaufsinn ist vorausgesetzt. Es ist ersichtlich, dass die Kombination der Dauer der superioren Initialvektoren und der Richtung des $0,03''$ -Vektors die gleiche Aussagekraft besitzt wie die Kombination aller Kriterien.

Nur in 3 Fällen konnte im Vektorkardiogramm unter Anwendung dieser Kriterien der bekannte alte Myokardinfarkt nicht mehr erkannt werden. Dies entspricht etwa der Versagerquote von Hoffmann und Mitarbeitern (23).

Die anamnestisch bekannten Myokardinfarkte zeigten in bezug auf die Wertigkeit der einzelnen Kriterien ein ähnliches Verhalten. Als bestes Kriterium muss die Dauer der superioren Initial-Vektoren gelten.

Es wurde kein Fall beobachtet, bei dem allein das Kriterium D (Richtung des maximalen QRS-Vektors) positiv war. Das Kriterium C (Linksverlagerung) ermöglichte keine bessere Erfassung.

Problematisch bleibt die Kombination überdrehter Linkstyp und diaphragmatischer Myokardinfarkt. Von den 30 anamnestisch bekannten Fällen besaßen 6 Patienten die Konfiguration: Initialschwankungen bis $0,01''$ nach unten, Konvexität im Bereich des $0,02''$ - bis $0,03''$ -Vektors bei einem positiven Umlaufsinn. Der $0,04''$ - Vektor lag immer oberhalb der Null-Linie. Ursachen für ein kleines r in Ableitung III und aVF können nach Kohn und Harries (29) sein:

- a) Inferior gerichtete septale Vektoren,
- b) Elektrische Kräfte aus dem noch erregbaren, dem Diaphragma aufliegenden rechten Ventrikel.

Bei diesen Fällen wurden die angeführten VKG-Kriterien für einen diaphragmatischen Myokardinfarkt nur in 3 Fällen erfüllt. Lediglich die Konfiguration des Vektorablaufes zeigte in allen Fällen einen Potentialausfall im efferenten Schenkel.

Postero-Lateraler Myokardinfarkt

Einen Potentialverlust im hinteren unteren und lateralen Bereich des linken Ventrikels bezeichnet man als postero-lateralen Myokardinfarkt. Die Ergebnisse in dieser Gruppe können nur mit Vorbehalt beurteilt werden, da die Vergleichsgruppe der sicher dokumentierten Myokardinfarkte noch zu klein ist. Die Veränderungen betreffen vornehmlich die Horizontalprojektion. Insgesamt ist die Vektorschleife nach rechts und nach vorne verlagert (Massie und Walsh (35), Wolff und Mitarbeiter (54), Hugenholtz und Mitarbeiter (26), Gunnar und Mitarbeiter (21), Tranchesi und Mitarbeiter (50)).

Die septalen und anterioren Vektoren werden durch die Potentialverluste nach rechts verlagert und vergrößert (Scherlis und Grishman (46), Elek und Mitarbeiter (10)).

Tranchesi und Mitarbeiter stellten eine Zunahme der Grösse und Orientierung des $0,02''$ -Vektors nach vorne, mit einer Dauer der anterioren Kräfte von $0,048''$ fest. Der Ablauf der Vektorschleife sei meist entgegen den Uhrzeigersinn gerichtet. Es wird auf die Differentialdiagnose Rechtshypertrophie hingewiesen.

Gunnar und Mitarbeiter beschrieben als mögliches Kriterium für die postero-basalen Myokardinfarkte, dass 50% der QRS-Schleife anterior liege und einen negativen Umlaufsinn zeige. Bei 6 Patienten, die dieses Kriterium erfüllen konnten, wiesen autoptisch jedoch nur 2 einen postero-basalen Myokardinfarkt aus, während die

anderen 4 Rechtsschenkelblock oder Rechtshypertrophie zeigten.

Selten sei auch bei normalen Erwachsenen 50% der Vektorschleife nach vorne verlagert (Forkner und Mitarbeiter (13), Draper und Mitarbeiter (9)). Die Schwierigkeiten der Differentialdiagnose zur Rechtshypertrophie werden hervorgehoben.

Von verschiedenen Autoren (Hugenholtz und Mitarbeiter (26), Burch und Mitarbeiter (5), Portheine (43)) wurden bei postero-lateralen Infarkten Kontureinbrüche in der QRS-Schleife zwischen dem R- und S-Abschnitt beschrieben.

Wolff und Mitarbeiter (57) stellten als weiteres Kriterium die Grösse der nach rechts gerichteten Initialvektoren und das Verhältnis der rechts- zu den linksorientierten Kräften auf.

Es konnte eine signifikante Differenz der Richtung des $0,02''$ -Vektors der postero-lateralen Myokardinfarkte beim Vergleich zu den Normalfällen festgestellt werden (s. Abb. 2c). Die Grösse des $0,02''$ -Vektors ($m = 0,18 \text{ mV}$) bot keine Möglichkeit einer Abgrenzung von dem Normalkollektiv ($m \neq 0,21 \text{ mV}$). Jedoch kann die Dauer der anterioren Vektoren als ein Kriterium benutzt werden.

Die Abbildung 5 zeigt, dass das Kriterium B (Dauer der anterioren Vektoren) die beste Untersuchungsmöglichkeit zum Normalkollektiv bietet.

Eine Abgrenzung zum strikt dorsalen Myokardinfarkt ermöglicht die zusätzliche Bestimmung der Richtung des $0,02''$ -Vektors.

Strikt posteriorer Myokardinfarkt

Bei dieser Lokalisation handelt es sich um einen Potentialverlust im basal-posterioren Bereich des linken Ventrikels. Die eingetretenen Veränderungen äussern sich in einer Zunahme der Grösse und Dauer der anterioren elektrischen Kräfte (Massie und Walsh (33), Scherlis und Grishman (47), Tranchesi und Mitarbeiter (50), Rothfield und Mitarbeiter (44), Hugenholtz und Mitarbeiter (26)) oder in einer Richtungsumkehr im afferenten Schenkel in der Horizontal- bzw. Sagittal-Ebene (Walsh und Mitarbeiter (51)).

Da der postero-basale Abschnitt des linken Ventrikels relativ spät aktiviert wird, kommt es hauptsächlich zu einer Veränderung im Sinne einer Abnahme des $0,06''$ -Vektors im Erregungszyklus. Es werden jedoch auch frühere Vektoren beeinflusst, weil das äussere Drittel des äusseren Ventrikels zum Teil schon mit dem Septum und anliegenden Gebieten erregt wird. Andererseits kann ein Periinfarkt-Block die Ursache für die Entstehung der Abnormalitäten im Endteil der QRS-Schleife sein. Die Bestimmung des $0,06''$ -Vektors zur Diagnose des posterioren Myokardinfarkts ist mit Nachteilen verbunden, da dieser Vektor normalerweise eine erhebliche Streuung aufweist, so dass die Bestimmung der Richtung des obengenannten eine Trennung zum Normalkollektiv nicht gestattet (s. Abb. 3c).

Hoffmann und Mitarbeiter (23) untersuchten den maximalen Vektor nach vorne, Zeitpunkt des Erreichens dieses Vektors, Richtung des Halbflächenvektors in der Horizontal-Ebene und die Gesamtdauer der nach vorne gerichteten Potentiale. Sie kamen zu dem

Schluss, dass kein einziger Parameter in der Lage sei, eine sichere Trennung zwischen den 16 Infarktpatienten und 70 Normalpatienten zu gewährleisten.

In einer weiteren Arbeit stellten sie bei infero-posterioren Myokardinfarkten eine Verlagerung der Vektoren nach vorn fest. Sie gaben folgende Werte an:

Anteriore Verlagerung = 0,5 mV. , mit einer Dauer von 0,45" und einer Relation der nach vorn gerichteten Vektoren zu den dorsalen Vektoren über I.

Hugenholtz und Mitarbeiter (26) schlugen die Richtung und Grösse der 0,01"- und 0,02"-Vektoren vor.

Wolff und Mitarbeiter (54) rechneten für die Grösse der anterioren Vektoren einen Wert von 0,5 mV.

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben eine Relation der nach vorn gerichteten Potentiale zu den nach hinten orientierten von 6,8 mit einer Dauer zwischen 0,045" - 0,05".

Aus der Abbildung 6 ist ersichtlich, dass diese beiden Kriterien auch die bestmögliche Trennung zum Normalkollektiv gestatten.

Es muss betont werden, dass trotz unterschiedlicher Werte die Überlappung mit dem Normalkollektiv erheblich war, insbesondere bei jüngeren Personen können die nach vorn gerichteten Potentiale normalerweise überwiegen. Ausserdam kann durch eine Rechts-hypertrophie geringeren Grades ein ähnliches Bild hervorgerufen werden.

Ob eine Kombination von mehreren Kriterien (maximaler Vektor nach vorn, Zeitpunkt des Erreichens dieses Vektors, Richtung des Halbflächenvektors in der Horizontal-Ebene und die Gesamtdauer der nach vorn gerichteten Potentiale) eine Verbesserung der Treffsicherheit ermöglicht, muss an grösseren Patientengruppen überprüft werden. Die rein morphologische Beurteilung der Horizontalprojektion, d. h. , Kontureinbrüche und Einkerbungen des Vektorablaufs im Gebiet des $0,06''$ -Vektors, bleibt vorerst ein wichtiges Kriterium für die Diagnose dieses Infarkttyps.

Vergleich Elektrokardiogramm - Vektorkardiogramm

Es wurden nur die dokumentierten Myokardinfarkte zum Vergleich herangezogen.

1. Diaphragmatischer Myokardinfarkt (s. Abb. 7 a)

In keinem einzigen Fall fand sich ein negativer VKG-Befund bei positivem Elektrokardiogramm. Dagegen war bei 7 Fällen der EKG-Befund negativ, während im Vektorkardiogramm ein Myokardinfarkt diagnostiziert werden konnte. Durch Anwendung von Nehb D und den dorsalen Ableitungen (V_7 , V_8 , V_8 2 ICR tiefer) konnte die Zahl der negativen EKG-Befunde von 7 auf 1 reduziert werden.

2. Postero-Lateraler Myokardinfarkt (s. Abb. 7b)

Auch in dieser Gruppe wurde kein einziges negatives Vektorkardiogramm bei positivem EKG-Befund beobachtet. Durch die Berücksichtigung von Nehb D und den dorsalen Ableitungen (V_7 , V_8 , V_8 2 ICR tiefer) verringerte sich die Zahl der negativen EKG-Befunde von 4 auf 2.

3. Strikt posteriorer Myokardinfarkt

Wegen der geringen Zahl von 3 Fällen erübrigte sich ein Vergleich.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass im Vektorkardiogramm keine Information aus dem Elektrokardiogramm verloren ging. Bei Potentialverlusten im diaphragmatischen und postero-lateralen Bereich erschien das Vektorkardiogramm dem Elektrokardiogramm überlegen. Bei Potentialverlusten im posterioren Gebiet konnte keine sichere Aussage wegen der geringen Fallzahl der dokumentierten Myokardinfarkte getroffen werden.

Die Kombination der Richtung des $0,03''$ -Vektors mit der Dauer der superioren Initialvektoren in der Frontal-Ebene stellt für einen diaphragmatischen Myokardinfarkt ein gutes diagnostisches Kriterium dar. Der Umlaufsinn muss bis zur Null-Linie im Uhrzeigersinn erfolgen. Die Dauer der superioren Initialvektoren muss mindestens $0,02''$ betragen. Der $0,03''$ -Vektor muss nach oben gerichtet sein. Der Bereich zwischen 0° und 20° ist als fraglich anzusehen. Die zusätzliche Bestimmung der Linksverlagerung der superioren Initialvektoren und der Richtung des maximalen QRS-Vektors ergab keine Verbesserung der diagnostischen Treffsicherheit.

Ein postero-lateraler Myokardinfarkt wird am besten erkannt, durch die Richtung des $0,02''$ -Vektors. Die Kombination der Dauer der anterioren Vektoren in der Horizontal-Ebene erlaubt die beste Differenzierung. Die Grösse des $0,02''$ -Vektors kann wegen der erheblichen Überschneidung mit dem Normalkollektiv als Kriterium nicht benutzt werden.

Bei den Fällen mit isoliertem Potentialverlust im dorsalen Bereich ermöglichte das Zusammentreffen der Dauer der anterioren Vektoren

und das Verhältnis der nach vorn zu den nach hinten gerichteten Vektoren (A/P-Verhältnis) die beste Treffsicherheit. Durch die Bestimmung eines einzelnen Vektors konnte keine Abgrenzung zur Normalgruppe erreicht werden. Da eine deutliche Überlagerung mit dem Normalkollektiv auch in dieser Gruppe vorhanden war, kann auf die qualitative Formanalyse zunächst nicht verzichtet

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 40 Patienten mit dokumentiertem Myokardinfarkt im postero-diaphragmatischen Gebiet und bei 60 Fällen mit anamnestisch bekanntem Myokardinfarkt der gleichen Lokalisation wurden vektor- und elektrokardiographische Nachuntersuchungen durchgeführt.

Bei der Auswertung der Elektrokardiogramme wurden die bekannten Kriterien benutzt. Im Vektorkardiogramm wurde die Richtung der $0,02''$ -, $0,04''$ - und $0,06''$ -Vektoren in allen Projektionen bestimmt. In der Frontal-Ebene wurden zusätzlich noch die Richtung des $0,03''$ -Vektors, die Dauer der superioren Initialvektoren und die Grösse der Linksverlagerung dieser Vektoren ausgewertet. In der Horizontal-Ebene wurden das Verhältnis zwischen anterioren und posterioren Vektoren und die Grösse des $0,02''$ -Vektors bestimmt.

Es wurden quantitative Kriterien für diaphragmatische, postero-laterale und strikt posteriore Myokardinfarkte entwickelt.

Für einen diaphragmatischen Myokardinfarkt ergab sich als Kriterium die Kombination des $0,03''$ -Vektors mit der Dauer der superioren Initialvektoren in der Frontal-Ebene.

Ein postero-lateraler Myokardinfarkt ist am besten durch die Richtung des $0,02''$ -Vektors in Kombination mit der Dauer der anterioren Initialvektoren zu erkennen.

Für die Diagnose eines strikt posterioren Myokardinfarkts muss ausser der Dauer der Initialvektoren und dem Verhältnis von anterioren zu dorsalen Vektoren die Konfiguration des Vektorablaufes mit berücksichtigt werden.

Bei den Fällen mit diaphragmatischem und postero-lateralem Myokardinfarkt war das Vektorkardiogramm an Aussagekraft dem Elektrokardiogramm überlegen.

DIAPHRAGMATISCHER MYOKARDINFARKT (FRONTAL-EBENE)

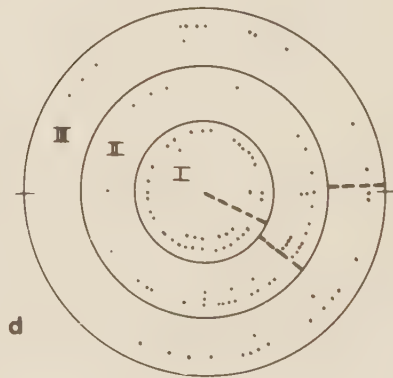
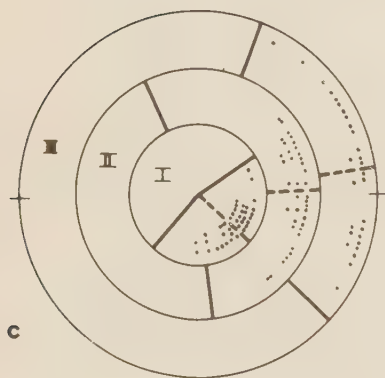
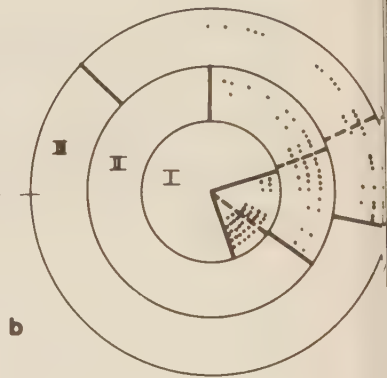
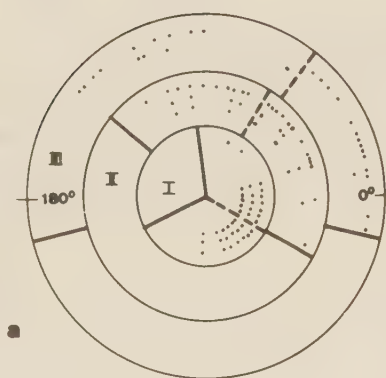
VEKTOREN a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

Normal-
gruppe

doku-
mentiert

anam-
nestisch

a	n	s	m
40	41,7	30,1	
40	40,6	-58,5	
30	62,8	-51,0	
b	n	s	m
40	19,0	36,0	
40	31,4	-19,0	
30	32,6	-24,3	



n	s	m
40	30,3	42,8
40	34,7	-1,5
30	27,0	-7,9
40	40,0	25,8
40	65,3	37,0
30	80,5	-2,3

Abb 1a

STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,03"-, 0,04"-, UND 0,06"-VEKTOREN
BEI 40 NORMALFÄLLEN, 40 DOKUMENTIERTEN UND 30 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

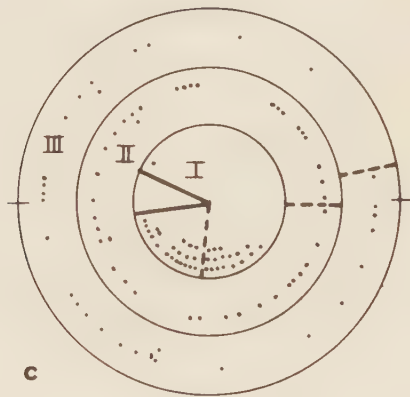
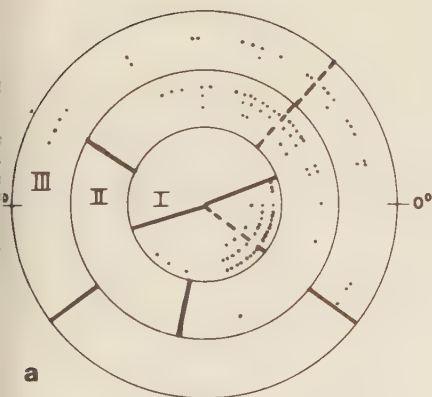
DIAPHRAGMATISCHER MYOKARDINFARKT (SAGITTAL-EBENE)

VEKTOREN a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

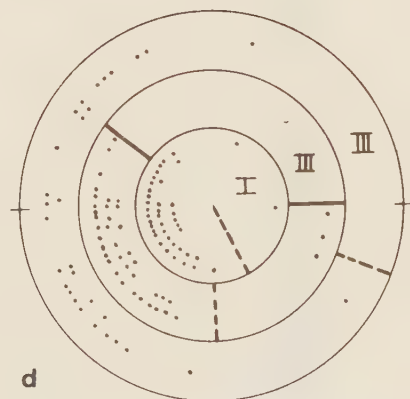
I Normal-
gruppe

II doku-
mentiert

III anam-
nestisch



		n	s	m
a	I	40	39,5	37,5
	II	40	44,8	-48,5
	III	30	61,1	-48,3
c	I	40	62,9	97,3
	II	40	104,0	2,4
	III	30	120,0	-10,9
d	I	40	133,7	62,5
	II	40	111,7	88,5
	III	30	136,1	20,3



STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"-VEKTOREN
 FÜR 40 NORMALFALLFALL, 40 DOKUMENTIERTEN UND 30 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

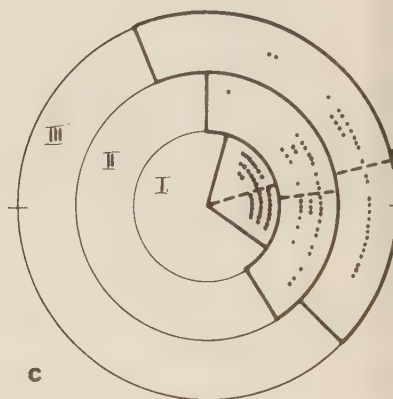
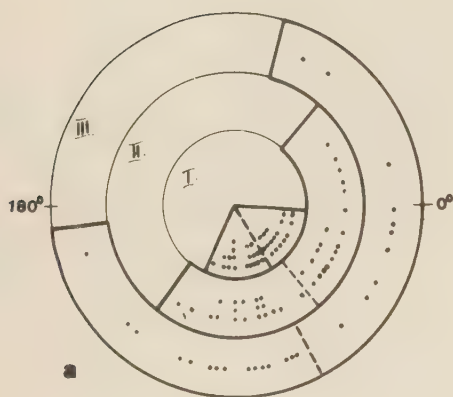
DIAPHRAGMATISCHER MYOKARDINFARKT (Horizontal-Ebene)

KTOREN: a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

I Normal-
gruppe

I doku-
mentiert

I anam-
nestisch



	n	s	m
a	40	28,6	59,4
	40	42,6	50,9
	30	62,0	62,1
c	40	22,7	-15,9
	40	29,4	- 5,9
	30	35,0	-13,2
d	40	25,0	-82,6
	40	48,0	-72,1
	30	31,9	-74,0

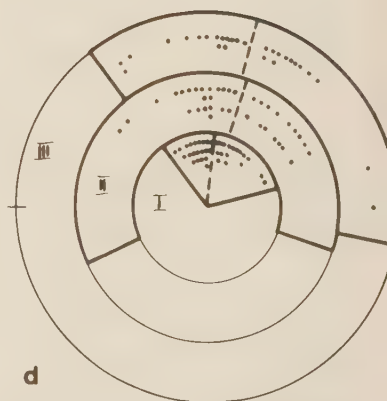


Abb. 1c

STREUBREITE MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"- VEKTOREN
BEI 40 NORMALEFÄLLEN, 40 DOKUMENTIERTEN UND 30 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

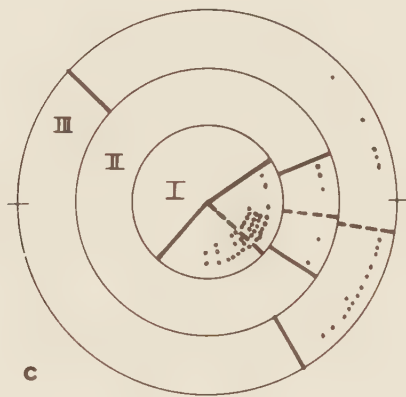
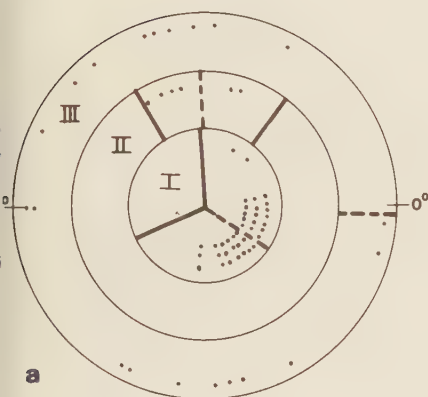
POSTEROLATERALER MYOKARDINFARKT (FRONTAL-EBENE)

VEKTOREN: a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

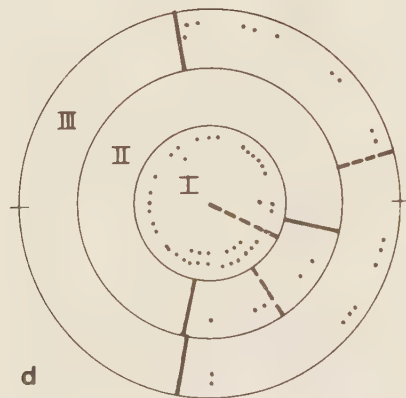
I Normal-
gruppe

II doku-
mentierte

III anam-
nestisch



		n	s	M
a	I	40	41,7	30,
	II	7	-	-92,0
	III	20	110,1	3,3
c	I	40	30,3	42,8
	II	7	-	-
	III	20	40,0	9
d	I	40	40,0	25,5
	II	7	-	57,0
	III	20	5,	- 5,



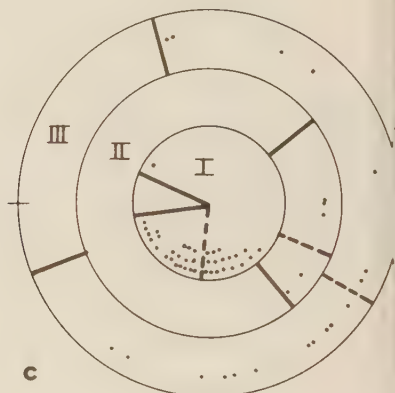
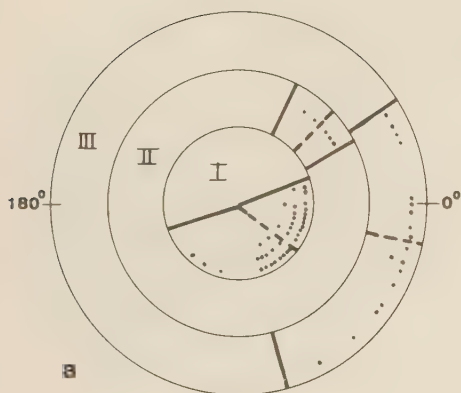
82

STREUUNG, MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02", 0,03", 0,04"- UND 0,06"-VEKTOREN

(40 NORMALGRUPPEN, 7 DOKUMENTIERTE UND 20 ANAMNESTISCH BEKANNTE MYOKARDINFARKT)

POSTEROLATERALER MYOKARDINFARKT (SAGITTAL-EBENE)

VEKTOREN: a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06" I Normalgruppe II dokumentiert III anamnestisch



		n	s	m
a	I	40	39,5	37,5
	II	7	-	-45,7
	III	20	28,5	-34
c	I	40	62,5	97,3
	II	7	-	22,3
	III	20	78,7	29,4
d	I	40	133,7	62,5
	II	7	-	139
	III	20	119,0	-14

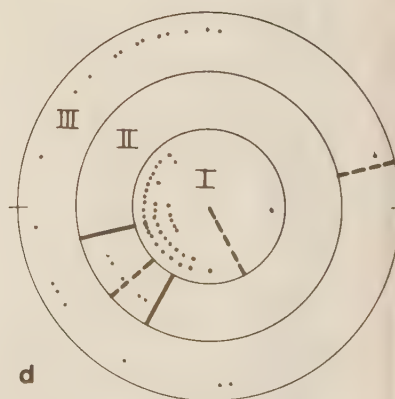


Abb. 2b

STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"- Vektoren
BEI 40 NORMALEFÄLLEN, 7 DOKUMENTIERTEN UND 20 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

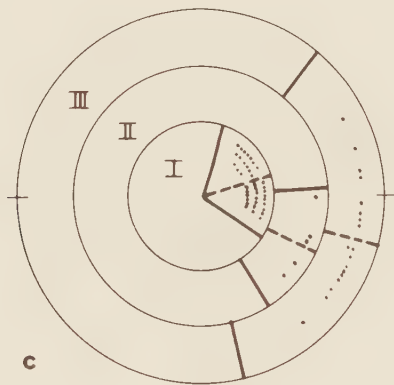
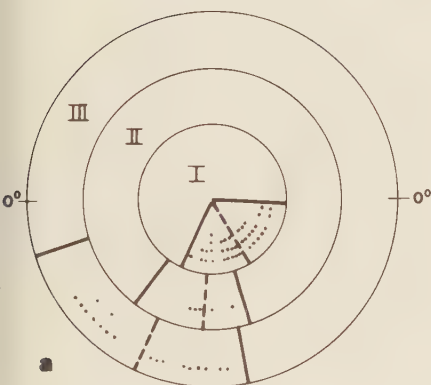
POSTEROLATERALER MYOKARDINFARKT (HORIZONTAL-EBENE)

VEKTOREN a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

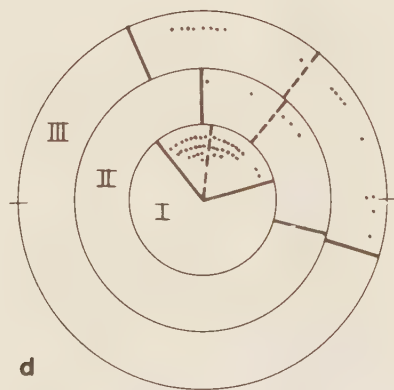
I Normal-
gruppe

II doku-
mentiert

III anam-
nestisch



	n	s	m
a I	40	25,5	59,3
a II	7	16,2	95,0
a III	20	21,8	116
c I	40	22,7	-15,9
c II	7	20,4	25,8
c III	20	27,3	15,5
d I	40	25,0	-82,6
d II	7	34,0	-50,4
d III	20	41,6	-51,3



b, 2c

STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"- Vektoren

BEI 40 NORMALFÄLLEN, 7 DOKUMENTIERTEN UND 20 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

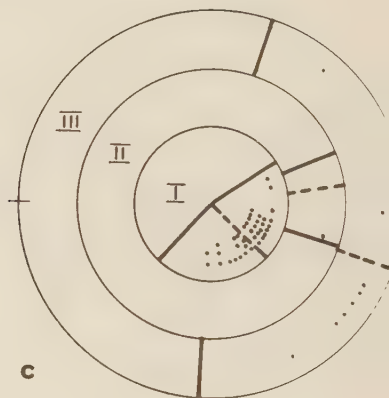
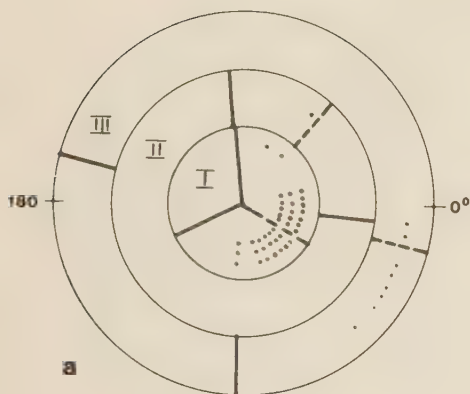
STRIKT POSTERIORER MYOKARDINFARKT (FRONTAL-EBENE)

VEKTOREN: a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

I Normal-
gruppe

II doku-
mentiert

III anam-
nestisch



	n	s	m
a I	40	41,7	30,1
a II	3	-	-50
a III	10	62,7	11,1

	n	s	m
c I	40	30,3	42,8
c II	3	-	-9
c III	10	46,8	17,6

	n	s	m
d I	40	40,0	25,8
d II	3	-	16,4
d III	10	113,2	0,3

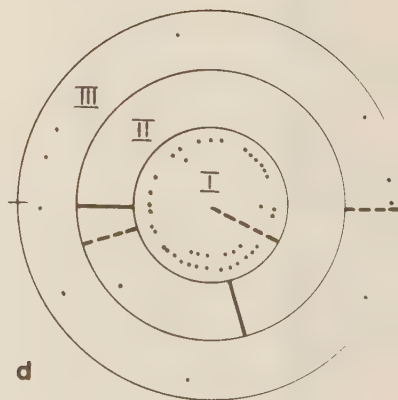


Abb 3a

STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"-VEKTOREN
BEI 40 NORMALFÄLLEN, 3 DOKUMENTIERTEN UND 10 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

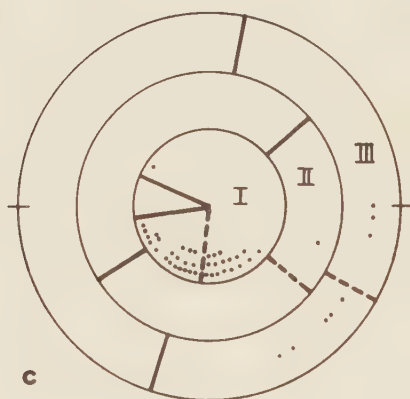
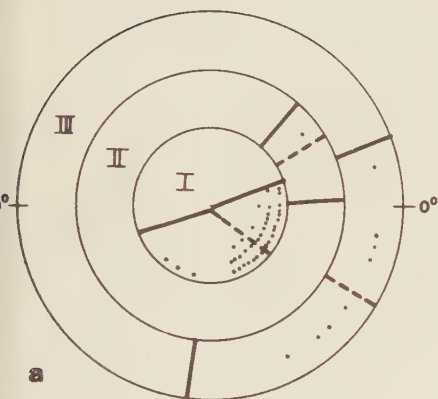
STRIKT POSTERIORER MYOKARDINFARKT (SAGITTAL-EBENE)

VEKTOREN: a 0,02" b 0,03" c 0,04" d 0,06"

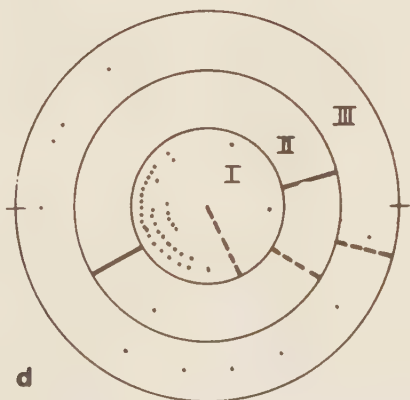
I Normal-
gruppe

II doku-
mentiert

III anam-
nestisch



	n	S	M
a I	40	39,5	37,5
a II	3	-	31
a III	10	32,5	31,4
c I	40	62,9	97,3
c II	3	-	39,0
c III	10	46,8	29,8
d I	40	133,7	62,5
d II	3	-	30,0
d III	10	114,6	15,3



STREUBREITE, MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG DER 0,02"-, 0,04"-, UND 0,06"- Vektoren
BEI 40 NORMALFÄLLEN, 3 DOKUMENTIERTEN UND 10 ANAMNESTISCH BEKANNTEN MYOKARDINFARKTEN

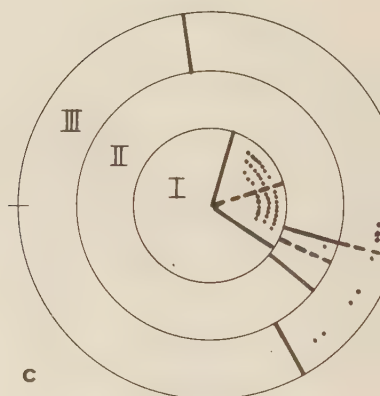
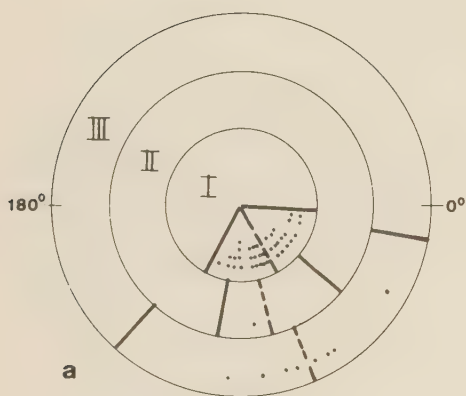
STRIKT POSTERIORER MYOKARDINFARKT (HORIZONTAL-EBENE)

VEKTOREN a 0,02° b 0,03° c 0,04° d 0,06°

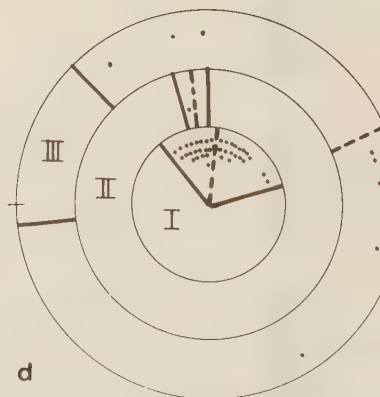
I Normal-
gruppe

II doku-
mentiert

III anam-
nestisch



		n	s	m
a	I	40	24,5	59,3
	II	3	-	75
	III	10	30,6	66,8
c	I	40	22,7	-15,9
	II	3	-	24
	III	10	41,0	15,5
d	I	40	25,0	-22,1
	II	3	-	-96
	III	10	39,7	-25



KRITERIEN FÜR DIAPHRAGMATISCHE MYOKARDINFARKTE IN VKG

dokumentierter diaphragmatischer Myokardinfarkt

	+	(+)	-
A	30	6	4
B	36	-	4
C	34	-	6
D	28	-	12
A+B	36	1	3
A+C	35	1	4
A+D	32	4	4
B+C	36	-	4
B+D	36	-	4
C+D	33	-	7
A+B+C	36	1	3
A+C+D	35	1	4
B+C+D	36	-	4
A+B+C+D	36	1	3

Anamnestischer diaphragmatischer Myokardinfarkt

	+	(+)	-
A	21	5	4
B	23	-	7
C	18	-	12
D	19	-	11
A+B	25	2	3
A+C	23	3	4
A+D	25	2	3
B+C	23	-	7
B+D	26	-	4
C+D	24	-	6
A+B+C	25	2	3
A+C+D	27	-	3
B+C+D	27	-	3
A+B+C+D	27	-	3

FRONTAL-EBENE

- A 0,03"-Vektor + : $\leq 0^\circ$
 (+): zwischen 0° und 20°
 - : $> 20^\circ$
- B Dauer der sup. Vektoren + : $\geq 0,02''$
 - : $< 0,02''$
- C Linksverlagerung + : $\geq 0,25$ mV
 - : $< 0,25$ mV
- D Maximaler QRS-Vektor + : $\leq 10^\circ$
 - : $> 10^\circ$

Abb.4 40 Fälle mit dokumentiertem Myokardinfarkt, 30 Fälle mit anamnestisch bekanntem Myokardinfarkt.
 Ein positiver Umlaufsinn ist vorausgesetzt.

	+	(+)	-
A	12	10	5
B	15	7	5
C	erlaubt	keine	Trennung
A+B	15	10	2
A+C	12	10	5
B+C	15	7	5
A+B+C	15	10	2

HORIZONTAL-EBENE

A Richtung des 0,02"-Vektors:

+ : $\geq 120^\circ$
 (+) : $90^\circ - 120^\circ$
 (-) : $< 90^\circ$

B Dauer der äußeren Vektoren:

+ : $\geq 0,045''$
 (+) : $0,04'' - 0,045''$
 - : $< 0,04''$

C Größe des 0,02"-Vektors:

Keine sichere Trennung möglich.

Abb.5 7 Fälle mit dokumentiertem, 20 Fälle mit anamnestisch bekanntem Myokardinfarkt.

KRITERIEN FÜR STRIKT POSTERIORE MYOKARDINFARKTE IN VKG

	+	(+)	-
A	4	1	9
B	9	1	3
C	5	3	5
A+B	4	8	1
A+C	4	5	4
B+C	9	3	1
A+B+C	9	3	1

HORIZONTAL-EBENE

A Richtung des 0,06"-Vektors

+ : $>0^\circ$

- : $<0^\circ$

B Dauer der anterioren Vektoren

+ : $>0,045''$

(+): $0,04'' - 0,045''$

- : $<0,04''$

C (A/P-Verhältnis):

Verhältnis der Dauer der vorderen zu den hinteren Vektoren

+ : >4

(+): $3-4$

- : <3

Abb. 6 3 Fälle mit dokumentiertem, 10 Fälle mit anamnestisch bekanntem Myokardinfarkt.

VERGLEICH EKG - VKG

DIAPHRAGMATISCHER MYOKARDINFARKT (12 STANDARDABLEITUNGEN)

FALLE	EKG - VKG -	EKG - VKG +	EKG (+) VKG (+)	EKG (+) VKG +	EKG + VKG +	EKG + VKG (+)	EKG +
40	3	1	4	11	21		

+ : 12 STANDARDABL., NEHE D, ABL. V₇, V₈, V₈ 2 ICR t

- : 12 STANDARDABL.

+32	2	1	4	9	16		
-32	2	7	2	5	16		

Abb. 7a

POSTEROLATERALER MYOKARDINFARKT

+ : 12 STANDARDABL., NEHE D, ABL. V₇, V₈, V₈ 2 ICR t

- : 12 STANDARDABL.

FALLE	EKG - VKG -	EKG - EKG +	EKG + VKG (+)	EKG (+) EKG (+)	EKG (+) VKG +	EKG + VKG +	EKG + VKG (+)	EKG +
+7	1	1			2	3		
-7	2		2			3		

Abb. 7b

Literaturverzeichnis

1. Abramson, H. : Vectorcardiographic abnormalities simulating myocardial infarction in the normal heart. Canad. med. Ass., J. 90, 903 (1964).
 - Frontal plane QRS loop in the normal heart and in diaphragmatic myocardial infarction. Canad. med. Ass., J. 89, 47 (1963)
2. Barnes, A. R., Whitten, M. B. : Study of T-negativity in predominant ventricular strain. Amer. Heart J. 5, 14 (1929)
 - Study of the RT-interval in myocardial infarction. Amer. Heart J. 5, 142 (1929).
3. Bayley, R. H. : The significance of the duration of Q_3 with respect to coronary disease. Amer. Heart J. 18, 308 (1939).
 - On certain applications of modern electrocardiographic theory to the interpretation of the electrocardiogram which indicates myocardial infarction. Amer. Heart J. 26, 769 (1943).
4. Bristow, J. D. : A study of the normal Frank vectorcardiogram. Amer. Heart J. 61, 242 (1961).
5. Burch, G. E., Horan, L., Abildskov, J. A. and Cronvich, J. A. : A Study of the spatial vectorcardiogram in subjects with posterior myocardial infarction. Circulation 12, 418 (1955).
 - and De Pasquale, N. P. : Spatial vectorcardiogram as a supplement to the electrocardiogram in the diagnosis of myocardial infarction. Progr. cardiovasc. Dis. 6, 137 (1963).

6. Cabrera, E., Garcia-Font, R., Gaxiola, A. and Pileggi, F.:
Vectorcardiogram of ventricular activation in chronic
coronary disease. Amer. Heart J. 45, 557 (1958).
7. Conway, J. P., Cronvich, J. A., Burch, G. E.: Observations on the
spatial vectorcardiogram in man. Amer. Heart J. 38, 537 (1949).
8. Diederich, K. W. und R. Schröder: Nicht ~~er~~kannte Myokardinfarkte.
Med. Welt 1963, 722.
9. Draper, H. W., Pfeffer, C., Stallmann, F. W., Littmann, D., and
Pipberger, H. V.: The corrected orthogonal Electrocardiogram
and Vectorcardiogram in 510 normal men (Frank lead system)
Circulation 30, 853 (1964).
10. Elek, S. R., Allenstein, B. J., Kornbluth, A. W., Griffith, G. C.
and Levinson, D. C.: The spatial vectorcardiogram in a
myocardial infarction, typified by prominent R waves in leads
AVR and V₁. Amer. Heart J. 47, 447 (1954).
11. Eppinger and Rothberger, Wien. klin. Woch., 1909, XXII, 1091.
12. Feil, H., M. D., Cushing, E. H., M. D., and Hardesty, J. T., M. D.:
Accuracy in Diagnosis and localisation of myocardial infarction.
Amer. Heart J. 15, 721 (1938).
13. Forkner, C. E., Hugenholtz, P. G. and Levine, H. D.: The vector-
cardiogram in normal young adults. Frank lead system. Amer.
Heart J. 62, 237 (1961).

14. Frank, E. : An accurate clinically practical system for spatial vectorcardiography. *Circulation* 13, 737 (1956).
 - A direct experimental study of three systems of spatial vectorcardiography. *Circulation* 10, 101 (1954).
 - and Kay, C.F. : Frontal plane studies of homogeneous torso models. *Circulation* 9, 724 (1954).
15. Gardberg, M. and Ashmann, R. : The QRS-Complex of the electrocardiogram, *Arch.Int. Med.* 72, 210 (1943).
16. Gittler, R., M.D., Schack J. A., M.D. and Vessel, H., M.D. :
The electrocardiogram one year after myocardial infarction.
Amer.Heart J. 51, 246 (1956).
17. Goldberger, E., M.D. : The differentiation of normal from abnormal Q waves. *Amer.Heart J.* 30, 341 (1945).
18. Grant, R.P., M.D. : Left axis deviation, an electrocardiographic pathologic correlation study. *Circulation* 14, 233 (1956).
19. Gray, M.K. : The accuracy of the diagnosis and location of myocardial infarction. *New Zealand M. J.* 52, 278 (1953).
20. Grishman, A., M.D., Borun, E.R. and Jaffe, H.L., M.D. :
Spatial vectorcardiography: Technique for the simultaneous recording of the frontal, sagittal and horizontal projections.
Amer.Heart J. 41, 483 (1951).
21. Gunnar, R.M., Pietras, R.J., Blackaller, J., Dadmund, S.E. and Szanto, P.B. : Correlation of vectorcardiographic criteria for myocardial infarction with autopsy findings. *Circulation* 35, 158 (1967).

22. Herrick, J. B. : Thrombosis of the coronary arteries: J. A. M. A. ,
72, 387 (1919).
Clinical feature of sudden obstruction of the coronary arteries:
J. A. M. A. 59, 2015 (1912).
23. Hoffman, I. , Taymor, R. C. and Gootnik, A. : Vectorcardiographic
residua of inferior infarction. Seventyeight cases studied
with the Frank system. Circulation 29, 562 (1964).
-- Morris, M. H. and Kittel, I. : Quantitative criteria for the diagnosis
of dorsal infarction using the Frank vectorcardiogram.
Amer. Heart J. 70, 295 (1965).
24. Holzmam, M. : Klinisches Elektrokardiogramm. Stuttgart:
Georg Thieme.
25. Howitt, G. , and Lawrie, T. D. V. : Vectorcardiogram in myocardial
infarction. Brit. Heart. J. 22, 61-72 (1960).
26. Hugenholtz, P. G. , Forkner, C. E. and Levine, D. : A clinical appraisal
of the vectorcardiogram in myocardial infarction. II. The Frank
system. Circulation 24, 825 (1961).
--- Vectorcardiogram in normal young adults. Frank lead system.
Amer. Heart J. 62, 237 (1961).
27. Johnson, W. J. , Achor, R. W. P. , Burchell, H. B. and Edwards, J. E. :
Unrecognized Myocardial Infarction. Arch. Int. Med. 103, 97
(1959).
28. Katz, L. N. , Goldman A. M. , Langendorf, Kaplan, L. G. and Kilian, S. T. :
The diagnostic value of electrocardiogram based on an analysis
of 149 autopsy cases. Amer. Heart J. 24, 627 (1942).

29. Kohn, P. M. and Harris, A. H. : Vectorcardiographic analysis of left axis deviation in the differentiation of diaphragmatic infarction and parietal block. *Dis. Chest.* 47, 492 (1965).
30. Levine, H. D. and Philips, E. : Correlations between electrocardiographic and pathological findings in 150 subjects. *New England J. Med.* 245, 833 (1951).
31. Levy, L. II. and Hyman, A. L. : Difficulties in the electrocardiographic diagnosis of myocardial infarction. *Amer. Heart J.* 39, 243 (1950).
- Jacobs, H. J., Chastaut, H. P. and Strauss, H. B. : Prominent R wave and shallow S wave in V_1 as a result of lateral wall myocardial infarction. *Amer. Heart J.* 40, 447 (1950).
32. Lyon, A. F. and Belletti, D. A. : The Frank Vectorcardiogram in normal men. *Brit. Heart J.* 30, 172 (1968).
33. Massie, E. and Walsh, T. J. : Clinical Vectorcardiography and Electrocardiography (Chicago 1960).
34. McCaughan, D., and Williams C. : Usefulness of vectorcardiography in the diagnosis of "atypical" myocardial infarction.
I. True posterior myocardial infarction. *Circulation* 24, 992 (1961).
35. Myers, B., Klein, H. A. and Hiratzka, T. : Correlation of electrocardiographic and pathologic findings in posterior infarction. *Amer. Heart J.* 38, 837 (1949).
36. Nehb, W. : Brustwandeletrokardiogramm. *Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg.* 12, 177 (1939).
Das kleine Herzdreieck. *Klin. Wschr.* 17, 1807 (1938).

37. Nyboer, J. : Normal, abnormal esophageal electrocardiogram with reference to infarction. Amer. Heart J. 22, 469 (1941).
38. Pardee, H. E. B. : The significance of an electrocardiogram with a large Q in lead III. Arch. Int. Med. 46, 470 (1930).
- An electrocardiographic sign of coronary artery obstruction. Arch. Int. Med. 26, 244 (1920).
39. Parkinson, J. and Bedford, D. E. : Successive changes in the electrocardiogram after cardiac infarction (coronary thrombosis). Heart 14, 195 (1928).
40. Paton, B. C. : The accuracy of diagnosis of myocardial infarction. Amer. Heart J. 23, 1 (1957).
41. Perloff, J. K. : The recognition of strictly posterior myocardial infarction by conventional scalar electrocardiography. Circulation 30, 706 (1964).
42. Pipberger, H. V. : Analysis of electrocardiograms by digital computer. Methods Inform. med. 1, 69 (1962).
- Bialek, S. M., Perloff J. K. and Schnaper, H. W. : Correlation of clinical information in the standard 12-lead ECG and in a corrected orthogonal 3-lead ECG. Amer. Heart J. 61, 34 (1961).
43. Portheine, H. : Vektorkardiographische Untersuchungen bei Myokardinfarkten an der Hinterwand des Herzens. Archiv für Kreislaufforschung 29, 31 (1958).

44. Rothfield, E. L., Bernstein, A., Wachtel, F. W. and Karlen, W. S. :
The vectorcardiogram in direct posterior wall myocardial
infarction. Amer. J. Cardiol. 7, 496 (1961).
- Wachtel, F. W., Karlen, W. S. and Bernstein, A. : Vectorcardio-
graphic analysis of myocardial infarction characterized by
tall R-waves in right precordial leads. (Abstr.) Circulation
20, 759 (1959).
45. Schellong, F. : Grundzüge einer klinischen Vektordiagraphie des
Herzens (Berlin 1939).
Elektrokardiographische Diagnostik der Herzmuskelerkrankung.
Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 48, 288 (1936).
46. Scherlis, L. and Grishman, A. : Spatial vectorcardiography.
Myocardial infarction. Amer. Heart J. 42, 24 (1951).
47. Simonsen, E. and Tuna, N. : Independent evaluation of the diagnostic
accuracy of the electrocardiogram (ECG) and vectorcardiogram
(VCG) in myocardial infarction (preliminary results). In :
Vectorcardiography - 1965: Herausgeber: I. Hoffman und
R. Taymor (Amsterdam 1966).
48. Smith, F. M. : Electrocardiographic changes following occlusion of
the left coronary artery. Arch. Int. Med. 32, 497 (1923).
49. Toutouzas, P., Hubner, P., Sainani, G. and Schillingford, J. :
Value of vectorcardiogram in diagnosis of posterior and inferior
myocardial infarctions. Brit. Heart J. 31, 629 (1969).

50. Tranchesi, J., Teixeira, V., Ebaid, M., Boccalandor, I.,
Bocanegro, I., and Pileggi, F.: The vectorcardiogram in
dorsal or posterior myocardial infarction. Amer. J. Cardiol 7,
505 (1961).
51. Walsh, T. J., Tiongson, P. M., Stoddard, E. A., and Massie, E.:
The vectorcardiographic QRSsE-loop findings in infero-posterior
myocardial infarction. Amer. Heart J. 63, 516 (1962).
52. Wenger, R.: Klinische Vektorkardiographie (Darmstadt 1956).
53. Wilson, F. N., Johnston, F. D., Rosenbaum, F. F., Erlanger, H.,
Kossmann, C. E., Hecht, H., Cotrim, N., Menzes de Olivera, R.,
Scarsi, R., and Barker, P. S.: Precordial electrocardiogram.
Amer. Heart J. 27, 19 (1944).
-- The vectorcardiogram. Amer. Heart J. 16, 14 (1938).
-- and Kossmann, C. E.: The substitution of a tetrahedron for
the Einthoven triangle. Amer. Heart J. 33, 594 (1947).
54. Wolff, L.: The vectorcardiographic diagnosis of myocardial infarction.
Dis. Chest 27, 263 (1955).
- Vectorcardiographic diagnosis of coronary artery disease.
J. A. M. A. 165, 1784 (1957).
- Mathur, K. S. and Richman, J. L.: The diagnosis of posterior
myocardial infarction. Amer. Heart J. 46, 21 (1953).
- Samarzis, M. D., and Wolff, R.: The vectorcardiogram before and
after infarction superimposition of serial loops. Amer. Heart J. 62,
22 (1957).
- Wolff, R., Samarzis, M. D., Mazzelemi, A., Soffer, A. M., Reiner, C.,
and Matsuoka, S.: Vectorcardiographic diagnosis: A correlation
with autopsy findings in 167 cases. Circulation 23, 861 (1961).

55. Woods, J.D., Laurie, W. and Smith, W.G.: The reliability of the electrocardiogram in myocardial infarction. *Lancet* 1963, 265.
56. Yano, K. and Pipberger, H.V.: Spatial magnitude, orientation and velocity of the normal and abnormal QRS-Complex. *Circulation* 29, 107 (1964).
57. Young, E. and Williams, C.: The frontal plane vectorcardiogram in old inferior myocardial infarction. Criteria for diagnosis and electrocardiographic correlation. *Circulation* 37, 604 (1958).
- Wolff, L. and Karlen, W.: The vectorcardiogram in inferior myocardial infarction. IV. *Amer. Heart J.* 52, 232 (1956).
 - Wolff, L., Chatfield, J.: The normal vectorcardiogram. *Amer. Heart J.* 5, 713 (1956).

An dieser Stelle sei mir gestattet, Juliane und Edegard
für ihre rege Mithilfe bei der Bearbeitung dieser
Arbeit zu danken.

LEBENS LAUF

Name: Kassim Younossi

Geburtsort: Kabul / Afghanistan

Geburtstag: 22. Mai 1942

Elternnamen: Naim Younossi; Lamia, geb. Azizi

Beruf des Vaters: Diplomat

Schulen:

1951 - 1954 Volksschule in Paris / Frankreich

1955 - 1958 Gymnasium in Karachi / Pakistan

1958 - 1960 Habibia High School in Kabul / Afghanistan

1962 - 1963 Staatliches Studienkolleg für ausländische Studierende an der Universität Köln
Erlangung der Reifeprüfung nach afghanischem Abitur (Dezember 1960)

Hochschulen:

15. 4. 1963 - 30. 4. 1964 Medizinische Fakultät der Universität Köln

29. 4. 1964 Naturwissenschaftliche Vorprüfung

1. 5. 1964 - 30. 3. 1966 Medizinische Fakultät der Universität Freiburg/Breisgau

27. 10. 1965 Ärztliche Vorprüfung

5. 5. 1966 - 31. 3. 1969 Medizinische Fakultät der Freien Universität Berlin

31. 3. 1969 Ärztliche Prüfung

Berufstätigkeit: 16. 6. 1969 - 31. 12. 1969 Medizinalassistent im Klinikum der Freien Universität Steglitz, Berlin

Berlin, den 24. Dezember 1969

